東京ゲートブリッジの維持管理計画について

横田　昭人[1]

[1]関東地方整備局　東京港湾事務所　沿岸防災対策室　（〒136-0082 東京都江東区新木場1-6-25）

東京ゲートブリッジは東京港臨海道路の一部を形成する2,618ｍの連続橋であり、主橋梁は約800mの鋼３径間連続トラス・ボックス複合構造である。平成24年2月12日に供用し、約1年が経過しているところであり、主橋梁の維持管理計画に必要となるモニタリングシステムについて、利用内容と、供用1年間に収集されたデータを紹介し、今後の維持管理に関する計画について報告する。

キーワード　東京ゲートブリッジ　維持管理計画　モニタリングシステム

1. はじめに

東京ゲートブリッジ（以下ＴＧＢ）は、東京港臨海道路（図-1）の一部を形成する 2,618mの連絡橋である。

主橋梁（図-2）は、約 800mの鋼３径間連続トラス・ボックス複合構造、アプローチ部は連続綱床版箱桁構造となっている。

このＴＧＢを含む中央防波堤外側埋立地と東京都江東区若洲を結ぶ東京港臨海道路（Ⅱ期）が、平成14年度から国により施工され、平成24年2月12日供用し、国有港湾施設となっている。

2. 管理の位置づけ

国有港湾施設の管理は港湾法第五十四条で「港湾管理者に貸し付け、又は管理を委託しなければならない」とされている。また維持管理については、港湾法第五十六条二の二第一項で規定されるよう、「水域施設、外郭施設、係留施設その他の政令で定める港湾の施設は、国土交通省令で定める技術上の基準に適合するよう、建設し、改良し、又は維持しなければならない」とされている。

「港湾の施設の技術上の基準を定める省令」第四条第一項では、技術基準対象施設は、「供用期間にわたって要求性能を満足するよう、維持管理計画等に基づき適切に維持されるもの」としている。

さらに、具体的な維持管理計画に附する内容として、「技術基準対象施設の維持に関し必要な事項を定める告示」第二条第二項において、標準的な維持管理計画等を作成することとしている。

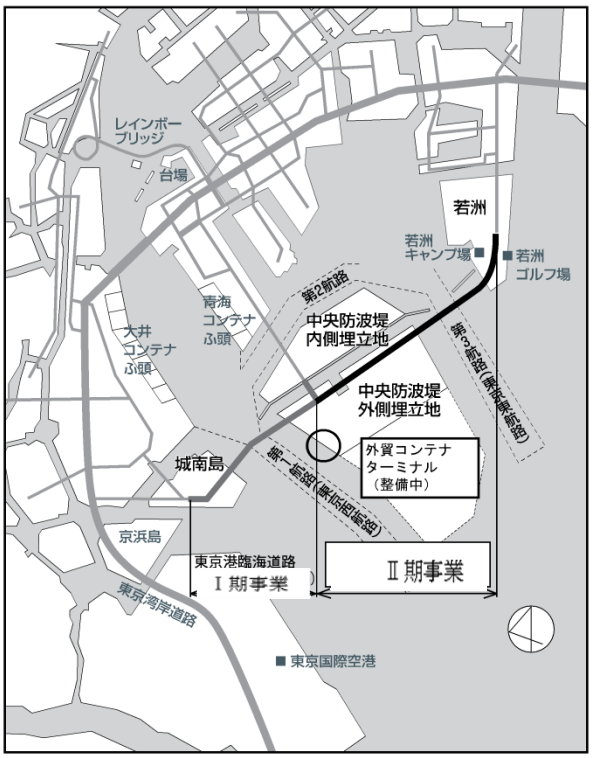

図-1 東京港臨海道路位置図

東京港臨海道路（Ⅱ期）の維持管理は東京都港湾局と維持管理委託契約を締結し、東京港臨海道路（Ⅱ期）維持管理計画書に基づき維持管理が行われている。

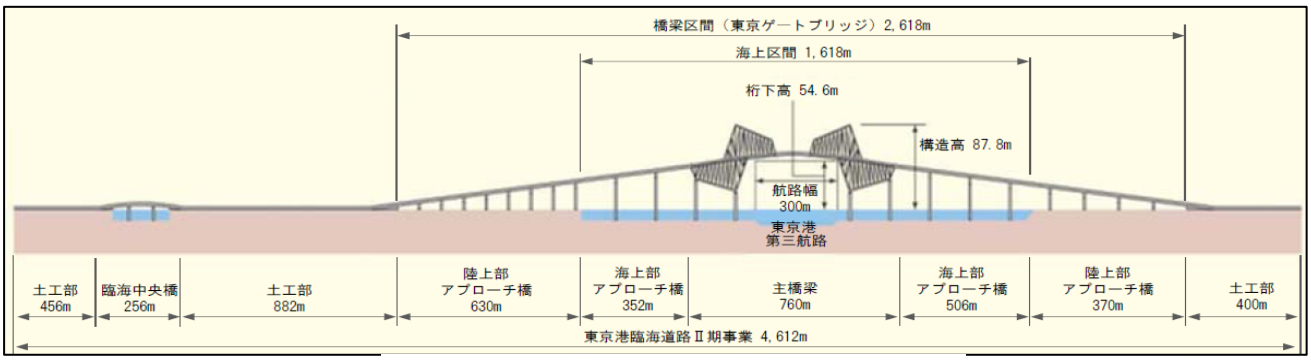

図-2 東京港臨海道路（Ⅱ期）全体図

3. 東京港臨海道路の目的・効果

東京港は外貿コンテナ取扱個数が日本一であり、さらに国際海上コンテナターミナルの整備も進められている。

東京港臨海道路の全線開通後、国道 357 号と東京港臨海道路(Ⅱ期)の交通分散が適度にはかられている。(図-3)

また東京都の指定する第一次緊急輸送道路としての位置付けもあり、地震直後から発生する緊急輸送を円滑に行う必要もある道路となっている。

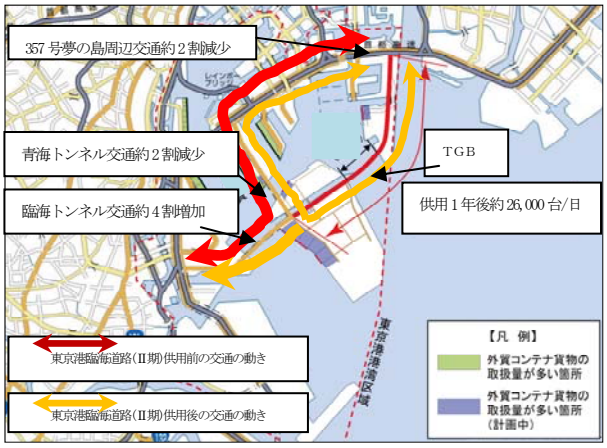

図-3 トラカンによる東京港周辺交通状況

4. 維持管理計画

東京港臨海道路（Ⅱ期）の維持管理計画は維持管理計画書に基づき適切に維持されていくものとされており、維持管理計画書の構成と特にＴＧＢ主橋梁に関する部分について特筆すると次の構成となっている。

1)総論

計画の目標、維持管理計画の体系、地区及び施設の位置、計画策定のための配慮事項、維持管理レベルの設定及び主要部材とその他の部材の区分を記載している。

(1)計画の目標

ＴＧＢは設計思想で 100 年以上を目標としている。100 年以上の想定部材は上部工の主要部材（鋼）、下部工（コンクリート、鉄筋）、基礎工（防食）に配慮がされている。

(2)維持管理計画の体系

維持管理計画書の全体の体系を明示しており、橋梁全体と、個々の部材の区分で体系付けしている。

(3)地区及び施設の位置

対象施設の位置及び周辺状況が理解できる図面、写真を明示している。

東京港臨海道路（Ⅱ期）は 4.6㎞ であり、一律な構造断面、施工状況でないため、8 工区に分け施設の内容、位置を記載している。ＴＧＢは第 6 工区に分類される。

(4)計画策定のための配慮事項

配慮事項を記載する中で、ＴＧＢ主橋梁においては、航路条件や空路条件、橋梁用特殊鋼や塩害対策のコンクリート橋脚、すべり型免震支承(図-4)、タイダウンケーブル(写真-1)などの情報を記載している。

図-4　すべり免震支承

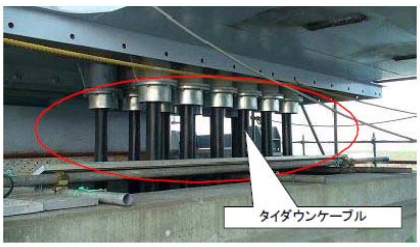

写真-1　タイダウンケーブル

(5)維持管理レベルの設定及び主要部材とその他の部材の区分

主要部材やその他の部材ごとに、維持管理のあり方や想定される劣化シナリオを十分考慮し、各部材ごとに3段階の維持管理レベルが設定されている。

ＴＧＢ主橋梁での各部材の維持管理レベルの設定とを以下に示す。

○維持管理レベルⅠ
(事前対策により維持補修を想定しない)
・・・・・上部工（鋼構造物）、下部工等

○維持管理レベルⅡ
(供用期間中での対策を事前に想定する)
・・・支承、タイダウンケーブル、上部工(塗装)

○維持管理レベルⅢ
(限界状態に至る前に維持補修が行えるよう配慮)
・・・舗装、地覆・壁高欄、点検施設、防護柵等

維持管理レベルは、外的要因や、経済的要因、新技術開発などにより適宜見直されることが必要である。

2)点検診断計画

点検方法・点検ルートなどは、一般の道路橋と異なる長大橋ならではの計画を策定している。診断においては、最新の維持管理補修方法を取り入れることを念頭に、専門的知識・技術を有する者の支援を得ることとしている。

診断に必要な、初期値・劣化予測・点検診断の評価など、橋梁初期状態（供用前点検結果）を記載し、建設当初の姿を定量的に把握し記載しており、劣化予測に関し

ては、建設当初より推測で劣化予測を立てることは不合理であるため、経験的な劣化予測項目について作成している。

また、定期点検を数回繰り返すうちに、初期状態と比較した劣化予測や補修サイクルなどを見出し、予防保全的な維持管理を推進することとしている。

さらに定期点検、異常時点検に活用するため、モニタリングシステムについて記載している。特に維持管理を行う上で、ＴＧＢの常時、異常時の状況をリアルタイムに把握している。

3)　総合評価

総合評価には、工学的知見・判断に基づき評価する事項と、現場的・行政的判断に基づき評価する事項がある。

工学的判断では、損傷・劣化等の発生状況や進行状況を点検診断により把握し、原因の特定・推定を行ったうえで、補修の優先順位や維持管理レベルの見直しを行う。

行政的判断では、本橋の目的・使われ方・周辺施設の変化・防災上の考え方などを当初計画と見比べ、構造への負荷状況や時代に即した構造物であるかを確認し、定量的な事業評価などを施すこととしている。

4)　維持補修計画

現状の補修技術に見合った工法を記述し、現状の技術においても補修可能な橋梁であることを記載している。

効率的な新技術・新工法の確立とともに、適宜見直し・追加が行われていく。

5)異常時における点検診断

台風・地震など、今後発生しうる自然災害時の点検方法を記載するとともに、船舶・車両などの事故などが発生した際にも点検が行えるよう記載するものである。

6)　参考資料（使用材料特性・点検記録簿など）

参考資料として、使用材料特性・施工図面・初回点検の結果・点検記録簿・各種取扱説明書などを添付する。これら参考資料は、維持管理計画書を補足するものとされているが、橋梁を運用していく中で、さまざまな出来事が発生し、その都度、記録に留めることが維持管理していく上で重要となってくる。

5 .モニタリングシステム

ＴＧＢの維持管理を行う上で、前述したようにモニタリングシステムが活用されている。常時監視画面

(写真-2)にて利用する情報と、各箇所で観測(図-5)されるデータ収集で構成される。維持管理上で大別して「交通管理情報の取得」「構造物のモニタリング」の 2 つの目的で設置されている。

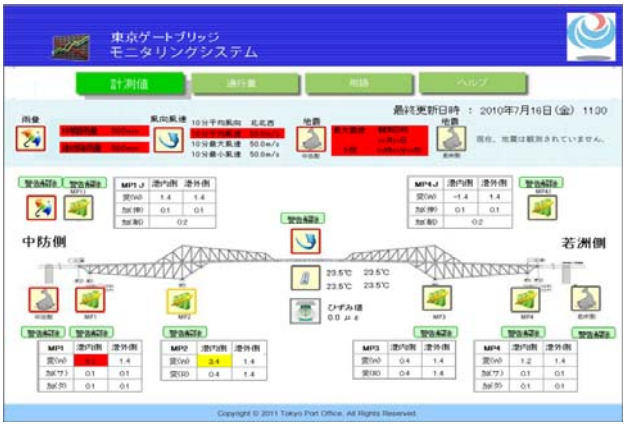

写真-1　モニタリングシステム監視画面

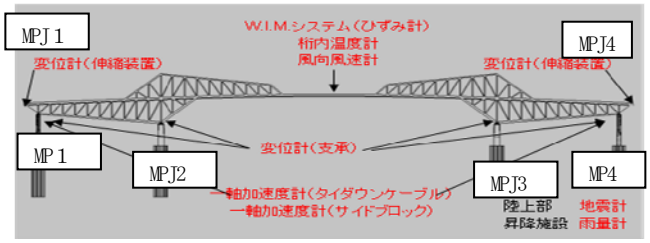

図-5　モニタリング箇所と内容

1)　交通管理情報の取得

東京港の第二航路を横断するＴＧＢは、厳しい気象状況にさらされることもあり、利用者の安全を考慮し、適切な規制(表-1)を行わざるを得ない。このようなことから、瞬時の情報取得と規制の判断を行うため、風向風速・雨量・震度を現地での情報をリアルタイムに取得し、風、雨、地震時の規制で活用されている。

内容等 / 条件	車道部		歩道部
	規制	通行止	内容（通行止）
風	平均風速15m/s以上 30km規制	平均風速20m/以上	平均風速15m/s以上
雪	降雪初期 ・30km規制 ・徐行又は走行注意	本格的降雪から積雪除去完了まで	降雪当初から積雪除去完了まで
凍結	一部区間に凍結が見られた場合 30km規制	強固な凍結が見られた場合	凍結発見から凍結解消まで
霧	視界100m以下 (濃霧注意報) 30km規制	視界50m以下 (濃霧注意報)	視界50m以下 (濃霧注意報)
雨	時間雨量20mm以上 (大雨注意報) 30km規制	時間雨量40mm以上	時間雨量20mm以上
地震	震度４以上 30km規制	震度５強以上	震度５強以上
雷	―――	―――	雷注意報が発令されたときから解除されるまで

表-1 東京ＧＢ通行規制実施基準（抜粋）

2)構造物のモニタリング

構造物本体を維持管理するためのモニタリングは、3 つの目的で分類できる。

「①常時の橋梁健全度の把握」、「②異常時の橋梁健

全度の把握」、「③予防保全管理に向けての情報の取得」である。

モニタリングは、センサの耐久性や耐落雷性を考慮し光ファイバを利用した情報収集伝達を主に使用し、運営されている。

(1)　常時の橋梁健全度の把握

橋梁は、気温の変化とともに伸び縮みする。桁温度に対する適切な挙動が確認できれば、橋梁全体の健全度の目安となることから、桁内の上面１か所と下面３か所の桁温度の観測と、支承での変位をデータ収集している。

現在は継続的なデータ取得と１年間の挙動について整理している状況にある。

１年間で収集された結果を見ると、桁内温度(図-6)に対し、主橋梁の挙動(図-7)とは相関がみられ、個々の支承箇所での主橋梁の位置は、1 年かけて元にもどる傾向が確認され、橋梁の健全な動きがうかがえる。

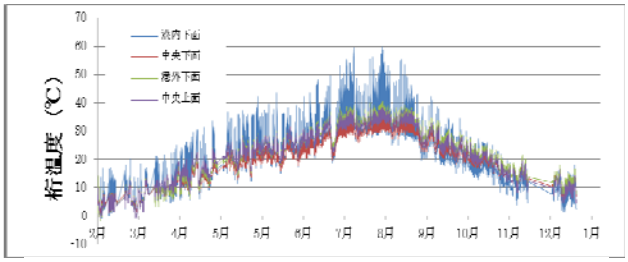

図-6　主橋梁中央部桁内温度の年間計測結果

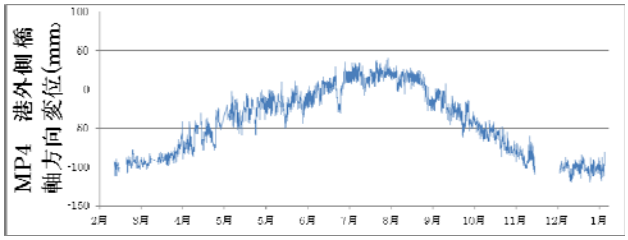

図-7 MP4 支承位置での橋軸方向の橋梁の年間動き

(2) 異常時の橋梁健全度の把握

地震後の交通開放を早期に判断するためには、点検が不可欠となる。ＴＧＢは長大橋であるため、目視での点検は時間を要し、かつ支承部はゴムカバーが施され目視点検が容易ではない。これらのことは委員会において検討され地震時への対応が確保されている。

MP1J、MP１、MP4、MP4J 支承部の橋軸方向変位と、MP2、MP3 橋軸方向・橋軸直角方向の計測データを用い、地震前後の橋梁変位を把握し、橋梁健全度を判断している。

また、MPJ1、MPJ4 部の伸縮装置の損傷確認でも、主橋梁と隣接桁の橋軸方向での相対変位と、衝突による加速度から損傷の判断が可能である。

また大規模な地震を受けたときの橋梁全体における損傷順序があらかじめ解析により想定されており、各部位の損傷状況を計測データから判断できるシステムとなっている。

地震時の損傷順序は MP1、MP4 の鉛直支承サイドストッパーの損傷危機の発生、同時に MP1J、MP4J 伸縮装置の損傷危機発生、ラテラル部材の座屈危機発生、タイダウンケーブルへの水平変位による破断危機発生と解析されており、各部位での損傷状況を加速度計による観測データより判断できる状況にある。

(3) 予防保全管理に向けての情報の取得

鋼床版の疲労損傷については、検討段階、設計段階、施工段階において様々な構造への配慮が施されている。

またモニタリングによる情報収集でも、鋼床版への負荷を検知すべく通過車両台数と各車両重量の計測が行われている。

現在、走行車両重量と計測結果の精度について検討しているところであるが、１年間で収集された結果(図-8)を見ると、走行車線に重車両が走行する傾向が確認でき、走行車線の鋼床板が、先に損傷を受ける可能性が判断できる。

ＴＧＢは維持管理計画書により２年以内と５年ごとに橋梁点検要領に基づく定期点検が規定されている。点検ではすべての部材を確認していくが、鋼床版に発生しやすい亀裂を点検する上で、発生部位の目処を立てるなど、実施において効率化や点検コストへの低減で活用することが出来る。

また継続して車両重量を観測することにより、累積された輪荷重より、設計段階で設定された疲労破壊の時期についても、見直す材料として活用することができる。

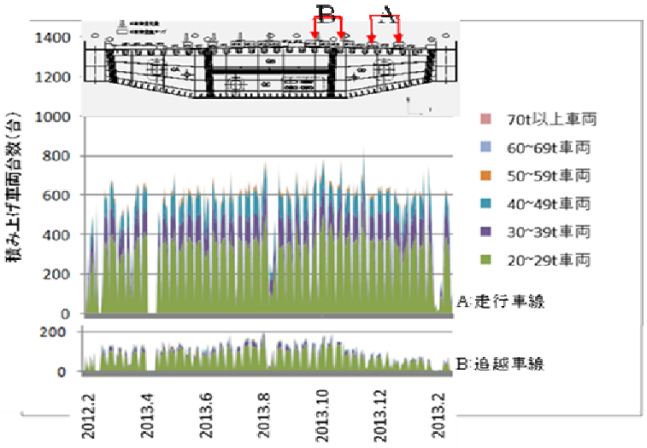

図-8 20t 以上の日別車両台数累計（港外側）

6.まとめ

今後の東京ゲートブリッジの維持管理については、日常点検、定期点検、点検診断とあわせ、モニタリングシステムの収集データと、橋梁挙動について整合を確認することや、重量観測データのキャリブレーションを行うとともに、供用当初から観測されている貴重かつ継続的なデータの活用検討を進め、目標とする「100 年以上の供用」に取り組む必要がある。